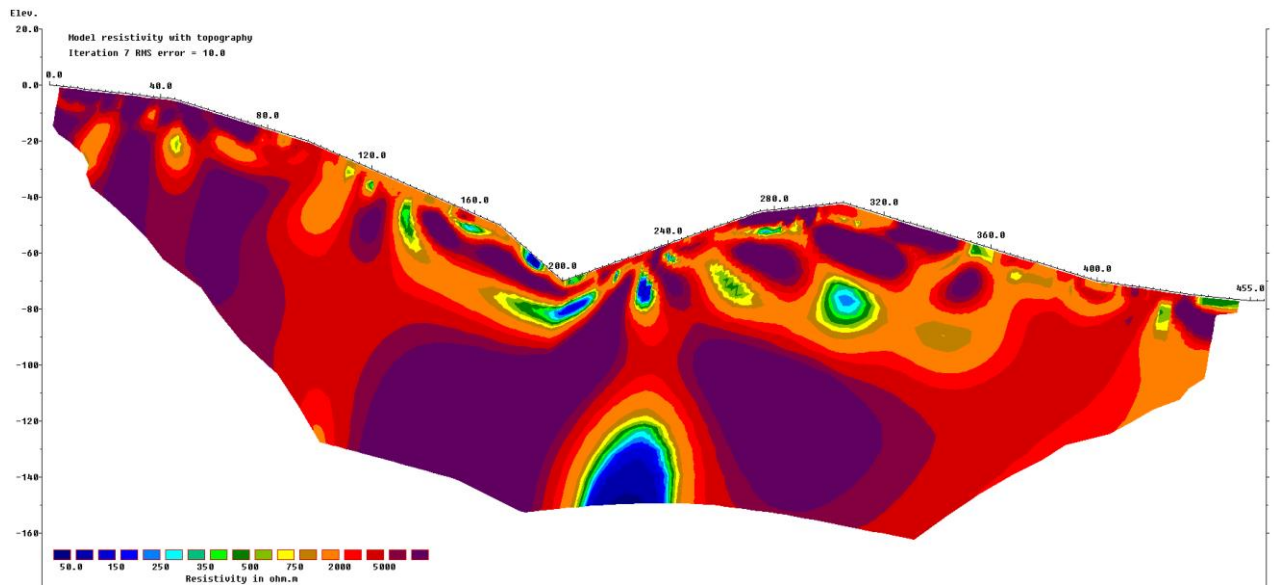


## Etude de la qualité des formations calcaires par imagerie de résistivité électrique



### Projet d'extension - Carrière de Bagard (30)



#### SARL GEOPHY

Géologie, Géophysique et Environnement

Parc d'activité de La Fontvin

8, Av de La Fontvin 34 970 LATTES

Mobile: 06-28-56-30-22 Tel: 04-67-83-76-96

Mail: [geophypro@sfr.fr](mailto:geophypro@sfr.fr) Web: [www.geophy.fr](http://www.geophy.fr)

## Sommaire

1- Présentation de l'étude.....	2
1.1 Objet de l'étude.....	2
1.2 Situation géographique du site et contexte géologique.....	2
2- Le panneau de résistivité électrique .....	3
3- Résultats de l'étude.....	4
4- Conclusion.....	6

## Plans, figures et cartes

**Plan 1:** Localisation sur carte IGN de la carrière de Bagard (30)

**Plan 2:** Localisation des profils géophysiques sur carte IGN

**Plan 3:** Implantation des profils sur photo aérienne

**Plan 4:** Contexte géologique local

**Figure 1a:** Profil de résistivité électrique P1 interprété en mode schlumberger

**Figure 1b:** Profil de résistivité électrique P1 interprété en mode pôle-dipôle

**Figure 2a:** Profil de résistivité électrique P2 interprété en mode schlumberger

**Figure 2b:** Profil de résistivité électrique P2 interprété en mode pôle-dipôle

**Figure 3a:** Profil de résistivité électrique P3 interprété en mode schlumberger

**Figure 3b:** Profil de résistivité électrique P3 interprété en mode pôle-dipôle

**Figure 4a:** Profil de résistivité électrique P4 interprété en mode schlumberger

**Figure 4b:** Profil de résistivité électrique P4 interprété en mode pôle-dipôle

**Carte 1:** Carte des résistivités à la profondeur de 2.0 m / sol

**Carte 2:** Carte des résistivités à la profondeur de 5.0 m / sol

**Carte 3:** Carte des résistivités à la profondeur de 10.0 m / sol

**Carte 4:** Carte des résistivités à la profondeur de 20.0 m / sol

**Carte 5:** Carte des résistivités à la profondeur de 30.0 m / sol

**Carte 6:** Carte des résistivités à la profondeur de 40.0 m / sol

**Carte 7:** Carte des résistivités à la profondeur de 50.0 m / sol

**Carte 8:** Carte des résistivités à la profondeur de 60.0 m / sol

**Carte 9:** Carte des résistivités à la profondeur de 70.0 m / sol

**Carte 10:** Carte des résistivités à la profondeur de 85.0 m / sol

**Carte 11:** Carte des résistivités à la profondeur de 95.0 m / sol

**Carte 12:** Carte des résistivités à la profondeur de 105.0 m / sol

*Figure en page de garde : profil de résistivité électrique P2*

## 1- Présentation de l'étude

### 1.1 Objet de l'étude

A la demande de madame Gaëlle GAGLIANO, de la société GSM Granulats (Agence de St-Jean-de-Védas, 34), le bureau d'études GEOPHY a effectué une prospection géophysique du sous-sol sur un projet d'extension d'une carrière de calcaires située sur la commune de Bagard (30).

Dans le détail, il s'agissait d'étudier la qualité et la répartition des différentes formations calcaires sur une zone de près de huit hectares, et sur une profondeur de 100 mètres, afin d'évaluer leur potentiel d'exploitation.

Pour mener à bien ce projet, quatre profils de résistivité électrique en modes schlumberger et pôle-dipôle de 425 à 475 mètres de longueur ont été réalisés au cours de cette campagne géophysique.

Les mesures de terrain ont été effectuées du 15 au 22 juillet 2019 par une équipe de quatre personnes sous la direction de monsieur Olivier DUSOTOIT, géologue-géophysicien. GSM Granulats était représenté sur site par le responsable de carrière, monsieur Hervé GUIGUET, ainsi que par madame Gaëlle GAGLIANO.

### 1.2 Situation géographique du site et contexte géologique

La carrière de Bagard se situe à 1.5 km environ à l'ouest du centre-ville de Bagard (30 140), au lieu-dit « Peyremale », au sein d'un massif collinaire densément végétalisé classé Natura 2000. Son environnement proche est constitué essentiellement de garrigues et de quelques habitations.

Le projet d'extension est localisé sur la pente sud du massif collinaire, au sud-ouest de l'actuelle carrière, dans un secteur fortement vallonné. Le point culminant de la zone de l'étude est + 350 m NGF, alors que son point topographiquement le plus bas est localisé à la côte NGF de + 270 m NGF. Un vallonnement étroit d'axe nord-ouest sud-est, lié à la présence d'un cours d'eau temporaire, est présent sur la moitié ouest de la zone étudiée.

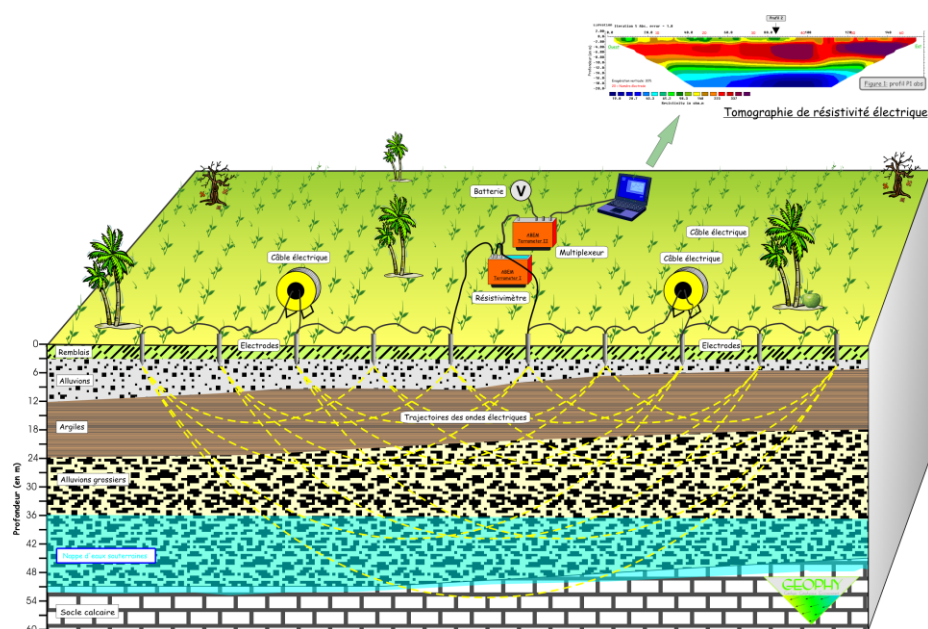
La situation géographique sur carte IGN et photo aérienne de la carrière et des investigations géophysiques est proposée en plans 1, 2 et 3.

D'après la carte géologique de la région (feuille BRGM d'Anduze n° 938 au 50 000<sup>ème</sup>), présentée en plan 4, la carrière se développe sur une colline monoclinale représentée essentiellement par des calcaires massifs +/- karstiques et des marno-calcaires du Jurassique. Elle est bordée dans sa partie est par un réseau de failles. La carrière exploite essentiellement des formations marno-calcaires allant du Callovien (J3) au Kimméridgien (J7-8).

Les matériaux les plus « intéressants » au niveau de la production et d'un point de vue économique étant les calcaires massifs, cette étude a été commanditée par GSM Granulats afin de s'assurer de la qualité des calcaires sur le projet d'extension, et notamment pour mettre en évidence d'éventuelles zones marneuses et/ou argileuses peu productives en granulats calcaires.

## 2- Le panneau de résistivité électrique

Le panneau électrique est la mesure de la résistivité électrique du sous-sol selon un profil linéaire composé d'électrodes d'injection et de mesures d'un courant électrique continu. Cette technique permet d'obtenir une coupe verticale en 2D de la géologie du sous-sol au droit du profil (tomographie de résistivité électrique). La réalisation d'un profil électrique consiste en général en l'implantation de 64 électrodes métalliques à 5-10 cm de profondeur, espacées de 1.0 à 5.0 mètres chacune, et reliées entre elles par un câble électrique 32 voies. Un courant de l'ordre de 100-200 milliampères (mA) est injecté dans les électrodes afin de remonter à la résistivité apparente des terrains situés au droit de la zone d'étude. La source du courant électrique injectée, est une batterie 12 Volts apte aux cyclages électroniques. Le terminal électronique de terrain utilisé par GEOPHY était de type ABEM LS 4 voies 250 Watts.

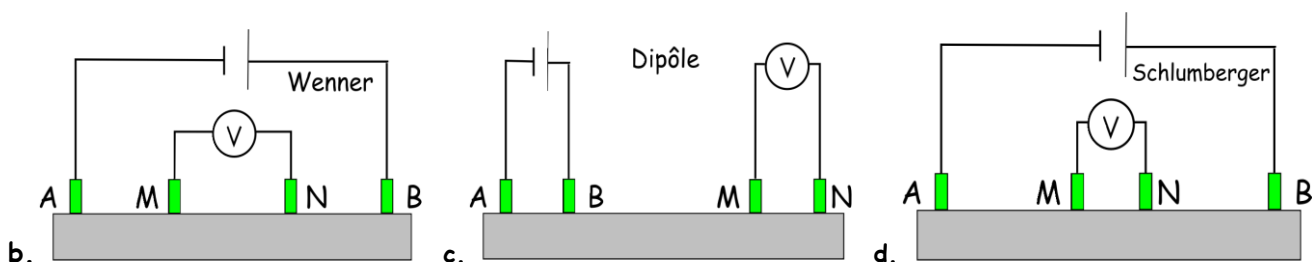


*Figure a : Schéma de principe d'acquisition des mesures de résistivité électrique et de chargeabilité.*

La durée d'acquisition sur un profil composé de 64 électrodes est d'environ deux heures, temps d'installation du dispositif inclus. Une fois l'acquisition terminée, les données sont transférées sur un ordinateur pour être traitées à l'aide du logiciel RES2DINV. On obtient alors une image du sous-sol en termes de "résistivités vraies", laquelle est interprétable géologiquement.

La résistivité électrique dépend d'un grand nombre de paramètres qui rendent son interprétation parfois délicate sans le recours à des informations ponctuelles de type forage/sondage de sols. Elle dépend essentiellement de la teneur en eau, de la minéralisation de l'eau, et de l'argilosité. Dans des carbonates fracturés, celle-ci dépend fortement du degré de fracturation. La présence de conducteurs métalliques près de la surface du sol (conduites enterrées, pipe, réseaux électriques, ferrailage de structures en béton armé, grillage ancré au sol) peut considérablement dégrader la qualité des mesures.

En fonction de la profondeur d'investigation souhaitée et des objectifs à atteindre, plusieurs protocoles d'acquisition sont à notre disposition : Wenner, Schlumberger, Pôle-Dipôle, Pôle-Pôle pour ne citer que les principaux. Ils diffèrent entre eux par la disposition du dipôle d'injection (AB) et du dipôle de mesure (MN) :



Figures b, c et d : Configuration des électrodes pour une acquisition de type Wenner, Dipôle-Dipôle et Schlumberger. AB est le dipôle d'injection du courant électrique (mA), et MN est le dipôle de mesure du potentiel électrique (V).

Pour cette étude, nous avons utilisé les protocoles schlumberger et pôle-dipôle avec un espacement entre électrodes de 5.0 m. D'orientation nord-ouest sud-est et espacés d'une cinquantaine de mètres les quatre profils effectués pour cette étude avaient une longueur comprise entre 425.0 m (86 électrodes) et 475 m (96 électrodes). Ils ont été implantés dans une végétation très dense au sein de laquelle il a fallu faire des layons lorsque cela était possible, en outre un fort relief était présent sur toute la longueur notamment pour les profils 2, 3 et 4. Pour toutes ces raisons il n'a pas été possible de réaliser des profils parfaitement rectilignes, parallèles et de longueur constante.

Leur implantation est présentée en plans 2 et 3.

### 3- Résultats de l'étude

L'interprétation en termes de structures géologiques des quatre profils réalisés pour cette étude est proposée en figures 1ab à 4ab. D'autre part, il a été réalisé à partir de ces coupes et de leur interpolation, des cartes surfaciques de distribution des résistivités à différentes profondeurs par rapport au sol. Ces cartes commentées permettent de représenter l'évolution de la géologie avec la profondeur sur toute la zone auscultée. Ces résultats sont présentés en cartes 1 à 12.

Les mesures géophysiques mettent en évidence quatre formations géologiques distinctes, chacune associée à des segments de valeurs de résistivité électrique. Globalement, on distingue :

- De 3 000 à plus de 10 000 Ohm.m : des calcaires ultra-massifs. La présence de filons de quartz au sein de ces formations pourrait expliquer en partie les très fortes valeurs de résistivité mesurées localement,
- de 1 000 à 3 000 Ohm.m : des calcaires massifs à petits interlits marneux. Avec les formations précédentes ils constituent la majorité du sous-sol de la zone d'étude,
- de 350 à 1 000 Ohm.m : des calcaires +/- argileux karstiques et des calcaires altérés en phases argileuses. Ces formations sont surtout présentes en surface sur les 20 premiers mètres, ainsi qu'au niveau des axes de fracturation identifiés par cette étude,
- de 50 à 350 Ohm.m : cette gamme de résistivité caractérise très probablement des cavités d'origine karstique à remplissage argileux. Elle est également associée aux zones de broyage argileuses au niveau des axes de fracturation.

D'une manière générale, cette étude montre que la géologie présente au droit du projet d'extension de la carrière est constituée essentiellement de calcaires massifs et ultra-massifs « sains » jusqu'à une centaine de mètres de profondeur.

Hormis quelques cavités à remplissage argileux partiel disséminées, aucune formation majeure de nature argileuse ou marneuse n'a été mise en évidence par ces mesures géophysiques.

Par ailleurs, cette étude a également mis en évidence un axe de fracturation des calcaires d'orientation moyenne nord-sud, et localisé globalement le long du lit d'un cours d'eau à sec (voir plan 2). Cet axe de fracturation est accompagné localement par une altération argileuse de la roche et par des zones à cavités karstiques.

## 4- Conclusion

*Dans le cadre d'un projet d'extension de la carrière de calcaires de Bagard (30), la société GSM Granulats, représentée pour ce projet par madame Gaëlle GAGLIANO (agence de St-Jean-de-Védas, 34), a mandaté le bureau d'études GEOPHY pour la réalisation d'une prospection géologique par méthode géophysique. L'objectif de cette étude était d'évaluer la qualité et la répartition des formations calcaires jurassiques présentes au droit du flanc sud d'un massif collinaire situé immédiatement au sud-ouest de la carrière actuelle (voir plans 1 à 4).*

*Quatre profils de tomographie de résistivité électrique en modes schlumberger et pôle-dipôle ont été réalisés pour ce projet ; ils ont permis d'étudier la géologie du secteur jusqu'à une profondeur de plus de 100 mètres et sur une surface approximative de près de huit hectares.*

*L'analyse des résultats, présentés sous forme de profils verticaux et de cartes surfaciques d'interpolation des résistivités à différentes profondeurs (figures 1ab à 4ab et cartes 1-12), montre que le sous-sol du projet est constitué essentiellement de calcaires massifs et ultra-massifs à fortes résistivités électriques sur plus de 100 mètres de profondeur. Dans le détail, on notera que ces calcaires renferment des cavités karstiques notamment sur les 20 premiers mètres de profondeur. Plus en profondeur, des cavités à remplissage argileux ont également été détectées.*

*En outre un axe de fracturation nord-sud affectant les calcaires sur une épaisseur d'au moins 100 mètres a été détecté par cette étude le long du lit d'un ru mentionné sur la carte IGN. Cet accident géologique est associé à une altération argileuse locale des calcaires et par la présence de cavités karstiques le long de cet axe.*

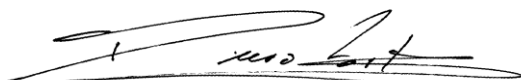
*Aucune série lithologique argileuse et/ou marneuse importante n'a été détectée sur le secteur de recherche par cette étude.*

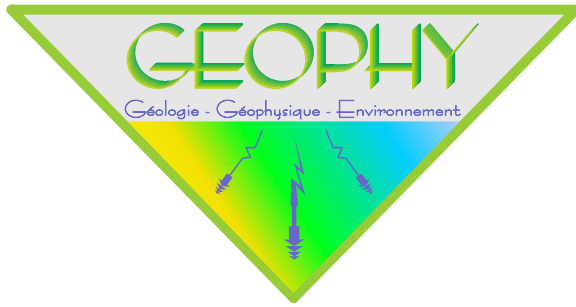


*Lattes (34), le 09 aout 2019*

**O. DUSOTOIT**

*Responsable projet*





# Plans

## **SARL GEOPHY**

Géologie, Géophysique et Environnement  
Parc d'activité de La Fontvin  
8, Av de La Fontvin 34 970 LATTES  
Mobile: 06-28-56-30-22 Tel: 04-67-83-76-96  
Mail: [geophypro@sfr.fr](mailto:geophypro@sfr.fr) Web: [www.geophy.fr](http://www.geophy.fr)